

Разработка фонда оценочных средств с использованием пакета Mathbridge

Кузенков Олег Анатольевич
доцент, к.ф.-м.н., заместитель директора Института информационных технологий,
математики и механики,
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
пр. Гагарина, 23, г. Нижний Новгород, 603950, (831)4623361
kuzenkov_o@mail.ru

Кузенкова Галина Владимировна
к.х.н., доцент кафедры программной инженерии Института информационных
технологий, математики и механики
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
пр. Гагарина, 23, г. Нижний Новгород, 603950, (831)4623361
galina.kuzenkova@itmm.unn.ru

Бирюков Руслан Сергеевич
ассистент кафедры теории управления и динамики систем Института
информационных технологий, математики и механики
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
пр. Гагарина, 23, г. Нижний Новгород, 603950, (831)4623357
ruslan.biryukov@itmm.unn.ru

Аннотация

Излагается опыт Института информационных технологий, математики и механики Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского по созданию фонда оценочных средств проверки сформированности компетенций для образовательных направлений подготовки бакалавров в области информационно-коммуникационных технологий на основе использования пакета MathBridge

The estimation fund experience for the check of the competences formation in studying area of information and communication technologies at Institute of Information Technology, Mathematics and Mechanics of Lobachevsky University is described. MathBridge package is applied to development of electronic estimation fund.

Ключевые слова

Компетенция, пакет MathBridge, фонд оценочных средств
Competence, MathBridge package, estimation fund

Введение

В 1999 году была принята Болонская Декларация, положившая начало созданию единого европейского пространства в области высшего образования – Болонскому процессу. В 2003 году к этому процессу присоединилась Россия, подписав Болонскую Декларацию. В 2011 году в России введены в действие новые образовательные стандарты высшего образования – федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) с целью перевода высшей школы на реализацию образовательных программ, соответствующих принципам Болонского процесса.

Одним из основных отличительных признаков новых стандартов является компетентностный подход. Сущность этого подхода состоит в том, что акценты образовательного процесса переносятся с содержания образования на результаты обучения, которые должны быть прозрачны, т.е. понятны всем заинтересованным сторонам – работодателям, преподавателям и студентам. Результаты обучения описываются с помощью системы компетенций, представляющих собой динамическую комбинацию знаний, умений, навыков, способностей и личностных качеств, которые студент может продемонстрировать после завершения образовательной программы.

Компетентностный подход потребовал кардинальной перестройки и модернизации существующей системы обучения [1, 2, 3, 4]. Эффективное использование компетентностного подхода немислимо без адекватной системы оценки степени сформированности у обучающегося каждой компетенции, определяемой государственным стандартом, как обязательной для данного образовательного направления. Соответственно возникает потребность в разработке и внедрении фондов оценочных средств, позволяющих провести такую оценку, чтобы дать квалифицированное заключение относительно соответствия образовательного процесса нормативным требованиям. Необходимость наличия такого фонда у каждой образовательной организации недвусмысленно закреплена в Приказе Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.12.2013 N1367 (редакция от 15.01.2015): «20. Оценочные средства представляются в виде фонда оценочных средств для промежуточной аттестации обучающихся и для итоговой (государственной итоговой) аттестации. 21. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) или практике, входящий в состав соответственно рабочей программы дисциплины (модуля) или программы практики, включает в себя: перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы; описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания; типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы; методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций. Для каждого результата обучения по дисциплине (модулю) или практике организация определяет показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания».

Проверка выполнения образовательной организацией требований Приказа N1367 является необходимой компонентой при проведении государственной аккредитационной экспертизы. Процедуру оценки сформированности компетенций эксперт Росаккредитации проводит с обучающимися всех курсов по оценочным материалам организации или по оценочным материалам эксперта, если предъявленные образовательной организацией материалы, по мнению эксперта, не позволяют проверить компетенции, соответствующие направлению подготовки обучающихся. Количество обучающихся, принимающих участие в процедуре, должно быть не менее 80% при контингенте обучающихся на курсе до 50 человек. Если курс составляет от 50 человек и более, то количество обучающихся для оценки компетенций может быть в размере 1-2 групп. Эксперт выбирает 5-7 компетенций из набора компетенций образовательной программы, по которым дает устное или письменное задание. Обучающиеся выполняют задание в течение 20-30 минут, после чего эксперт оценивает сформированность компетенций в соответствии с оценочной шкалой, принятой в соответствующих ФОС. Затем эксперт сопоставляет результаты

промежуточной и итоговой аттестации с результатами оценки сформированности компетенций, проведенной им.

Обратим внимание, что при аккредитационной проверке вуз не только должен предъявить наличный фонд оценочных средств, но и продемонстрировать эксперту его адекватность (валидность), т.е. возможность с помощью его проверить уровень сформированности каждой компетенции на всех этапах обучения. Вдобавок этот фонд должен быть удобным, чтобы можно было осуществить оперативную проверку в ограниченное время достаточно большого количества обучающихся.

Очевидно, что фонд оценочных средств необходим не только для аккредитационной проверки. Он является существенным элементом обеспечения обучения. Только с помощью его можно активно отслеживать процесс формирования компетенций на всех этапах, вносить коррективы в учебный процесс, принимать заключение о выполнении государственного задания по подготовке выпускника, обладающего необходимым набором компетенций [5].

Нередко у преподавателей вузов возникает неправильное понимание фонда оценочных средств. Под ним понимается совокупность традиционных средств проверки знаний обучающихся – экзаменационных вопросов и зачетных заданий. Такое понимание не соответствует ни сущности компетентного подхода, ни нормативным документам, регламентирующим образовательный процесс. В заблуждение вводит, скорее всего, название фонда оценочных средств. Несмотря на то, что, судя по названию, к нему можно отнести привычный экзаменационно-зачетный материал, его содержание, определяемое Приказом № 1367, в корне отличается от традиционного материала, используемого во время сессий. Ведь современный фонд должен быть средством оценки степени сформированности компетенций, а традиционные средства нацелены лишь на проверку усвоения знаний. Они могут быть частью требуемого фонда только тогда, когда будут корректно соотношены с конкретными компетенциями, но, при этом очевидно, что проверка сформированности компетенций не может быть сведена только к проверке остаточных знаний. Сложившиеся в течение десятилетий процедуры проверки успеваемости не были направлены на выявление степени сформированности личностных качеств, являющихся неотъемлемой частью системы компетенций.

Итак, сейчас перед вузами стоит актуальная задача – разработка, развитие и апробация фонда оценочных средств [6, 7]. Наиболее удобным в использовании будет фонд, при создании которого используются современные информационные технологии. В этом плане будут интересен опыт применения электронного пакета MathBridge при создании фонда оценочных средств для образовательных направлений подготовки бакалавров в области информационно-коммуникационных технологий в Институте информационных технологий, математики и механики Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. Созданные оценочные средства были успешно апробированы при выполнении международного проекта 543851-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPCR (METAMATH) «Современные образовательные технологии при разработке учебного плана математических дисциплин инженерного образования России» [8, 9, 10].

Методология создания фонда оценочных средств

В настоящее время при реализации компетентного подхода российские вузы сталкиваются с рядом серьезных проблем. Существующие федеральные государственные образовательные стандарты имеют рамочный характер. Формулировки компетенций выпускника, определяемые ими, нередко довольно абстрактны и трудно проверяемы. Без использования карт компетенций, раскрывающих их содержание, эти компетенции превращаются в сухие декларации,

допускающие очень широкие, нередко противоречивые толкования. Все это в полной мере относится к любому образовательному направлению, в том числе и к направлениям инженерной подготовки в области информационно-коммуникационных технологий.

Одновременно с переориентацией образовательного процесса на формирование компетенций утрачивается существовавшая до этого система дидактических единиц, которая строго регламентировала материал, подлежащий освоению, включая, например, математическую подготовку инженера ИКТ. Это дает возможность недобросовестным участникам образовательного процесса необоснованно сокращать программы математических дисциплин, снижать требования к их освоению.

Очевидно, что образовательные программы должны быть снабжены фондами оценочных средств, которые позволяли бы оценить степень и уровень сформированности заявленных компетенций. Компетенция по своему смыслу должна быть проверяемой, допускать возможность быть продемонстрированной после завершения обучения. Для обеспечения возможности такой проверки необходимо подробное раскрытие содержания компетенции, ее декомпозиция на ключевые составляющие части, связанные с предполагаемыми результатами обучения, и сопоставление каждой из частей с адекватными средствами проверки. Соответственно для каждой компетенции разрабатывается ее карта, конкретизирующая все детали ее формирования и оценки. Существующие отечественные и европейские методологии составления таких карт предлагают наличие двух-трех этапов (уровней) формирования компетенции – этапа начального ознакомления или приобретения первичных навыков; этапа продвинутого освоения и этапа эксперта.

Предполагается описание компетенции через набор показателей (индикаторов), которые характеризуют ее конкретные качественные аспекты. Поскольку каждая компетенция представляет собой систему взаимосвязанных знаний, умений, навыков и личностных качеств, то именно их целесообразно выделять как основные составляющие компоненты компетенции, что находит отражение в отечественных методических рекомендациях.

На каждом этапе (уровне) степень освоения каждого индикатора характеризуется критериями (дескрипторами), соответствующими итоговой шкале оценок. Целесообразно использовать три – семь дескрипторов.

Например, можно дать следующие обобщенные характеристики пяти дескрипторов, соответствующих пятибалльной шкале оценок:

1. Данный уровень компетенции полностью не освоен.
2. Степень освоения данного уровня компетенции недостаточна для достижения основных целей обучения.
3. Степень освоения данного уровня компетенции является минимально допустимая для достижения основных целей обучения.
4. Данный уровень компетенции в целом освоен.
5. Уровень компетенции освоен полностью. Освоение осуществлено выше обязательных требований, демонстрируются качества, связанные с проявлением данного уровня компетенции в широком диапазоне взаимосвязей.

Затем осуществляется разработка оценочных средств, соответствующих каждому показателю. Это могут быть теоретические вопросы, тесты, практические задачи, проектные задания и т.п.

При наличии оценочных тестов можно дать количественное выражение критериев (дескрипторов) в зависимости от процента успешно выполненных заданий, например: первый – 0-20%, второй – 21-50%, третий – 51-70%, четвертый –

71-90%, пятый – 91-100%. Эти значения в совокупности образуют шкалу оценивания степени сформированности компетенции по результатам тестирования.

Кроме того, методические рекомендации Министерства образования и науки РФ от 22.01.2015 нацеливают образовательные организации при создании основных образовательных программ учитывать требования соответствующих профессиональных стандартов [11]. При решении существующих проблем высшего образования России, разработке карт компетенций, формировании фонда оценочных средств огромное значение имеет опыт использования международного стандарта General Mathematical Competencies for Engineers (SEFI). Этот стандарт обладает рядом важных особенностей: его компетенции сформулированы исходя из потребностей конкретной профессиональной области инженерной деятельности (куда может быть отнесена и сфера ИКТ); компетенции стандарта имеют четкие формулировки, исключающие двусмысленность понимания и позволяющие легко осуществить проверку их сформированности; стандарт позволяет легко определить уровень сформированности компетенций; на основе формулировок стандарта легко создать адекватные фонды оценочных средств.

Далее приводится пример формирования фонда оценочных средств, относящихся к компетенциям, формируемым в рамках дисциплины «Математический анализ» для студентов, обучающихся по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии» в Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского. Формирование этого фонда являлось составной частью модернизации данной дисциплины в ходе выполнения проекта METAMATH.

Создание фонда оценочных средств на примере курса математического анализа

Одной из компетенций выпускника бакалавриата ННГУ по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии» является профессиональная компетенция ПКЗ «Способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат и основные законы естествознания». Эта компетенция предполагает два этапа формирования – ознакомительный этап с формированием первоначальных навыков и этап продвинутого владения с практическим опытом. На первом этапе эта компетенция формируется, в том числе, в рамках дисциплины «Математический анализ». Содержание компетенции разлагается по четырем показателям – знаниям, умениям, навыкам, личностным качествам.

В рамках первого показателя предполагается, что студент после освоения материала дисциплины «Математический анализ» должен ЗНАТЬ: аксиоматическое определение множества действительных чисел; теорему о существовании точных верхней и нижней граней ограниченного множества; понятия пределов последовательности и функции, понятие бесконечно малой величины и их свойства; свойства монотонной ограниченной последовательности; принцип вложенных отрезков; связь ограниченности со сходимостью; критерий Коши сходимости последовательности; понятие эквивалентных бесконечно малых функций; определения непрерывности функции в точке и на множестве; классификацию точек разрыва; основные свойства непрерывных функций; таблицу производных; понятие дифференцируемой функции и дифференциала; бином Ньютона и формулу Лейбница; теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа; правило Лопиталья; формулу Тейлора; разложение основных элементарных функций по формуле Маклорена; достаточные условия монотонности функции; необходимые и достаточные условия экстремума;

необходимые и достаточные условия точки перегиба; уравнения асимптот; понятия первообразной и неопределенного интеграла; таблицу интегралов; основные приемы вычисления интегралов; понятие интеграла Римана; классы интегрируемых функций; формулу Ньютона – Лейбница; свойства интеграла как функции верхнего предела; основные приемы вычисления интегралов Римана; понятия предела, непрерывности, дифференцируемости и интегрируемости в пространстве R^n ; теоремы о неявно заданных функциях; понятие сходимости ряда; понятие и свойства равномерно сходящегося функционального ряда; ряды Фурье и их свойства; понятия и свойства несобственных, криволинейных, поверхностных интегралов.

Формулировки данного показателя коррелируют с компетенциями стандарта SEFI. Например, стандарт SEFI по материалу, относящемуся к дифференцированию, требует понимания определения непрерывности и гладкости.

Степень сформированности первого показателя оценивается по пяти дескрипторам:

1. Отсутствие знаний материала.
2. Наличие грубых ошибок в основном материале.
3. Знание основного материала с рядом негрубых ошибок.
4. Знание основного материалом с рядом заметных погрешностей.
5. Знание основного материала без ошибок и погрешностей.

Вторым показателем сформированности компетенции, как уже отмечалось, являются умения. В рамках второго показателя предполагается, что студент после освоения материала дисциплины «Математический анализ» должен УМЕТЬ: раскрывать неопределенности и вычислять пределы последовательностей и функций (с помощью замечательных пределов, эквивалентных бесконечно малых, правила Лопиталю); исследовать функцию на непрерывность и дифференцируемость; дифференцировать явно и неявно заданные функции; дифференцировать параметрически заданные функции; исследовать функцию с помощью производных и строить графики; находить локальные и глобальные экстремумы функций; находить условные экстремумы функции; раскладывать функции по формуле Тейлора; интегрировать функции; представить функцию в виде степенного ряда и ряда Фурье; находить длины кривых, площади плоских фигур, объемы и массы тел, площади поверхностей, координаты центра масс.

При выделении этого показателя очень полезно использовать формулировки компетенций стандарта SEFI. Например, стандарт SEFI требует, чтобы в результате изучения материала по дифференцированию студент должен быть в состоянии: дифференцировать обратные функции; дифференцировать функции, заданные неявно; дифференцировать функции, заданные параметрически; находить точки перегиба функции.

Степень сформированности второго показателя также оценивается по пяти дескрипторам:

1. Отсутствует умение решать стандартные задачи.
2. Наличие грубых ошибок при решении стандартных задач.
3. Умение решать стандартные задачи с негрубыми ошибками.
4. Умение решать все стандартные задачи с незначительными погрешностями.
5. Умение решать стандартные и нестандартные задачи.

Третьим показателем сформированности компетенции, как говорилось выше, являются владения и наличие навыков и опыта. В рамках третьего показателя предполагается, что студент после освоения материала дисциплины «Математический анализ» должен ВЛАДЕТЬ: различными методами и способами вычисления пределов, методами дифференциального и интегрального исчисления, методами разложения функции в степенные ряды и ряды Фурье; навыками

применения методов дифференциального и интегрального исчисления для решения геометрических и физических задач, анализа и моделирования различных процессов.

Соответственно стандарт SEFI требует, чтобы в результате изучения материала по дифференцированию студент должен был в состоянии находить наибольшее и наименьшее значения физических величин. Кроме того, стандарт SEFI содержит перечень общих компетенций, которые также непосредственно имеют отношение к данному показателю. Это – владение математическим инструментарием, математической символикой и формализмом, навыками математического моделирования. Эти общие требования можно конкретизировать в области математического анализа, а именно – требовать владения инструментарием, символикой и формализмом математического анализа, способности ставить и решать задачи в области математического анализа, способность использовать математический анализ при математическом моделировании.

Степень сформированности третьего показателя оценивается по пяти следующим дескрипторам:

1. Полное отсутствие навыков.
2. Отсутствие ряда важнейших навыков.
3. Наличие минимально необходимого множества навыков.
4. Наличие большинства предусмотренных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях.
5. Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях.

Наконец, четвертым показателем сформированности компетенции являются личностные качества. Лучше всего необходимые личностные качества, относящиеся к данной компетенции, сформулировать в соответствии со стандартом SEFI. Этот стандарт предполагает, что обучающийся должен обладать способностью к математическому мышлению, математическому обоснованию утверждений, способностью ставить и решать математические проблемы, и способностью к общению по поводу, с помощью и в рамках математических концепций. Все это в равной мере можно отнести и к предмету математического анализа.

Сформированность личностных качеств можно оценить в соответствии со следующими пятью критериями:

1. Необходимые личностные качества полностью не сформированы.
2. Сформированность личностных качеств недостаточна для достижения основных целей обучения
3. Сформированность личностных качеств является минимально необходимой для достижения основных целей обучения
4. Сформированные личностные качества достаточны для достижения целей обучения
5. Сформированность личностных качеств выше обязательных требований

После того, как содержание части компетенции, относящееся к дисциплине «Математический анализ» полностью определено картой компетенции, необходимо сформировать соответствующий фонд оценочных средств. Очевидно, что неотъемлемой частью этого фонда составляют теоретические вопросы и практические задачи, из которых комплектуются экзаменационные билеты и зачетные задания. Например, теоретическими экзаменационными вопросами являются следующие:

1. Определение предела последовательности
2. Определение производной.

Можно привести также примеры теоретических вопросов для текущего контроля

1. Какое число называется верхней гранью множества.

2. Дайте определение точной верхней (нижней) грани множества.
3. Всегда ли существуют точные верхние грани множества?
4. Сформулируйте определение предела последовательности.
5. Сформулируйте определение сходящейся (расходящейся) последовательности.
6. Какая последовательность называется бесконечно малой (бесконечно большой)?
7. Сколько пределов может иметь сходящаяся последовательность?

Наряду с традиционными средствами оценки знаний и умений для проверки сформированности компетенции, как уже было обосновано выше, необходимо создать электронные тесты, позволяющие оптимизировать процесс проверки. При разработке таких удобно использовать пакет MathBridge, который в частности позволяет соотнести все созданные тесты с проверяемыми компетенциями или их частями [12]. Он создавался непосредственно под систему требований стандарта SEFI, поэтому карты компетенций, построенные на основе этого стандарта, позволяют максимально использовать возможности пакета. Приведем примеры разработанных тестов для проверки сформированности рассматриваемой компетенции. Следующие вопросы направлены на проверку знаний (показателя 1) в рамках компетенции ПКЗ.

Вопрос 1. Число a является пределом последовательности a_n , если:

Варианты ответов:

1. $\exists \varepsilon > 0: \forall N \forall n > N |a_n - a| < \varepsilon$
2. $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N |a_n - a| < \varepsilon$
3. $\exists \varepsilon > 0: \forall N \exists n > N: |a_n - a| < \varepsilon$
4. $\forall N > 0 \exists \varepsilon > 0: \forall n > N |a_n - a| < \varepsilon$

Вопрос 2. Из какого высказывания следует, что число a является пределом последовательности a_n ?

Варианты ответов:

1. $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N 0 < a_n < a + \varepsilon$
2. $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N a < a_n < a + \varepsilon$
3. $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N a < a_n < a_n + \varepsilon$
4. $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N a_n > a$

Вопрос 3. Последовательность a_n будет расходящейся, если:

Варианты ответов:

1. $\exists a: \forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N |a_n - a| > \varepsilon$
2. $\exists a: \exists \varepsilon > 0 \forall N \exists n > N |a_n - a| > \varepsilon$
3. $\forall a \exists \varepsilon > 0: \forall N \exists n > N: |a_n - a| > \varepsilon$
4. $\forall a \forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N |a_n - a| > \varepsilon$


Вопрос 4. Какие из утверждений эквивалентны тому, что последовательность a_n сходится к a ?

Варианты ответов:


1. Члены последовательности a_n приближаются к числу a с увеличением номера n .
2. Члены последовательности a_n совпадают с числом a с любой степенью точности, начиная с некоторого номера.

3. Члены последовательности попадают в некоторую окрестность числа a для любого номера.

4. Члены последовательности попадают в любую окрестность числа a , начиная с некоторого номера.

-  Число a является пределом последовательности a_n , если:
- $\exists \varepsilon > 0: \forall N \forall n > N |a_n - a| < \varepsilon$
 - $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N(\varepsilon) |a_n - a| < \varepsilon$
 - $\exists \varepsilon > 0: \forall N \exists n > N: |a_n - a| < \varepsilon$
 - $\forall N > 0 \exists \varepsilon > 0: \forall n > N |a_n - a| < \varepsilon$

Верный ответ

 Ваше упражнение окончено, пожалуйста закройте вкладку.

Из какого высказывания следует, что число a является пределом последовательности a_n ?

- $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N(\varepsilon) 0 < a_n < a + \varepsilon$
- $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N(\varepsilon) a < a_n < a + \varepsilon$
- $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N(\varepsilon) a < a_n < a_n + \varepsilon$
- $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N(\varepsilon) a_n > a$
-

 Оценить

 Пропустить

Последовательность a_n будет расходящейся, если:

- $\exists a: \forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N |a_n - a| > \varepsilon$
- $\exists a: \exists \varepsilon > 0 \forall N(\varepsilon): \exists n > N |a_n - a| > \varepsilon$
- $\forall a \exists \varepsilon > 0: \forall N \exists n > N: |a_n - a| > \varepsilon$
- $\forall a \forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N |a_n - a| > \varepsilon$
-

 Оценить

 Пропустить

Какие из утверждений эквивалентны тому, что последовательность a_n сходится к a ?

Члены последовательности a_n приближаются к числу a с увеличением номера n ;

Члены последовательности a_n совпадают с числом a с любой степенью точности, начиная с некоторого номера n ;

Члены последовательности a_n попадают в некоторую окрестность числа a для любого номера n ;

Члены последовательности a_n попадают в любую окрестность числа a , начиная с некоторого номера n ;

;

Составленные электронные тесты позволяют дать количественное выражение для оценки степени сформированности компетенции. Для этого процент верных ответов студента, полученных при прохождении тестирования, нужно соотносить с приведенной выше шкалой, чтобы получить значение соответствующего дескриптора.

Следует иметь в виду, что все указанные выше оценочные средства – теоретические вопросы, практические задачи, электронные тесты, как правило, относятся к первым трем показателям компетенции – знаниям, умениям и навыкам. Они соответствуют традиционным методикам обучения и не вносят чего-то существенно нового в развитие компетентностного подхода.

Можно заметить, что четвертый показатель – личностные качества с трудом поддается проверке на основе использования этих традиционных средств.

Для эффективного формирования и последующей проверки необходимых личностных качеств нужно использовать другие образовательные технологии. Весьма эффективными при реализации компетентностного подхода являются современные методы обучения. В программе дисциплины «Математический анализ», модернизированной в рамках проекта МЕТАМАТН, эти методы занимают важное место. Привлечение проектного обучения имеет большое значение для подготовки будущих инженеров, в том числе и в области ИКТ, поскольку позволяет видеть связь учебного процесса с будущей профессией, повышает мотивацию студентов к обучению. В рамках курса математического анализа был предложен ряд тем для выполнения проектных работ студентов. Среди них: «Применение производной для решения задач из различных областей науки: физический смысл производной; решение химических и биологических задач с помощью производной; решение социологических и экономических задач»; «Приближенные вычисления функций: создание калькулятора логарифмов, тригонометрических и гиперболических синусов, косинусов»; «Исследование графика функции: исследование функции Гаусса (плотность вероятности нормального распределения), логистической функции, графика цепной линии»; «Механические и физические приложения определенного интеграла» и другие.

В работе над проектом предполагается выполнение следующих этапов.

Подготовка. На этом этапе определяется тема и цель проекта. Проводятся лекции-консультации, для уточнения сути предстоящей работы. Итогом этого этапа является утверждение темы работы. В рамках этого этапа проверяется способность к постановке проблемы. По итогам выполнения этапа эта способность оценивается согласно пяти критериям (дескрипторам):

1. Отсутствие способности постановки проблемы.
2. Неправильная постановка проблемы.

3. Постановка проблемы в целом верная без детализации и прояснения сопутствующих вопросов.
4. Четкое детальное видение проблемы.
5. Четкая постановка проблемы с пониманием всех сопутствующих вопросов.

Планирование. Составляется план выполнения проекта, распределяется бюджет времени. В случае группового выполнения проекта распределяются обязанности между участниками. Составляется график выполнения работ и график сдачи проекта. Итогом этого этапа является утверждение плана и графика выполнения и сдачи работы. В рамках этого этапа проверяется способность планировать решение проблемы. По итогам выполнения этапа эта способность оценивается согласно пяти критериям (дескрипторам):

1. Неспособность к составлению плана решения проблемы.
2. Неправильное составление плана решения проблемы.
3. В целом правильное составление плана решения проблемы без детализации и распределения необходимых ресурсов.
4. Способность составить детальный план решения проблемы.
5. Способность составить детальный план решения проблемы с распределением имеющихся в наличие ресурсов.

Изучение теоретических основ решения проблемы. В ходе этого этапа осуществляется изучение основных теоретических подходов к решению проблемы. Осуществляется освоение теоретического (учебного) материала, лежащего в основе выполнения проекта. Осуществляется изучение и составляется обзор основных аналитических и численных методов решения проблемы. Проводится сбор информации и анализ источников, подтверждающих актуальность темы, отражающих современное состояние проблемы. Составляется обзор литературы. Собираются основные факты, характеризующие изучаемую проблему. В рамках этого этапа проверяется способность к анализу проблемы. По итогам выполнения этапа эта способность оценивается согласно пяти критериям (дескрипторам):

1. Отсутствие способности к анализу проблемы
2. Неверный анализ проблемы
3. В целом верный анализ проблемы без учета существенных деталей
4. Правильный детальный анализ проблемы
5. Исчерпывающий анализ проблемы с учетом сопутствующих вопросов

Аналитическое исследование. Осуществляется создание математической модели для избранной системы. Проводится аналитическое исследование модели и численный эксперимент, в случае необходимости. Осуществляется исследование полученного решения при различных параметрах модели. Проводится сопоставление полученного решения с экспериментальными (статистическими) данными. Проводится анализ полученных результатов и формулировка выводов, обоснование гипотезы, объясняющей наблюдаемый феномен. В рамках этого этапа проверяется способность к математическому мышлению и математическому обоснованию утверждений, а также навыки математического моделирования. По итогам выполнения этапа эта способность оценивается согласно пяти критериям (дескрипторам):

1. Отсутствие способности к математическому мышлению и математическому обоснованию утверждений. Отсутствие навыков математического моделирования.
2. Грубые ошибки при проведении математического обоснования утверждений, грубые ошибки при построении математической модели
3. В целом верное математическое обоснование утверждений с рядом погрешностей, правильное построение модели без учета ряда деталей.

4. Корректное математическое обоснование утверждений, верное построение модели.
5. Исчерпывающее математическое обоснование утверждений, построение модели, учитывающей дополнительные факторы.

Представление проекта. Готовится отчет по проекту. Возможные формы представления результатов: в форме презентации и публичной защиты в отведенные на это часы, в форме письменного отчета. Дается отзыв руководителя проекта. Выставляется оценка. Возможно обсуждение в студенческих группах, перекрестные студенческие оценки. В рамках этого этапа проверяется способность к общению по поводу, с помощью и в рамках математических концепций. По итогам выполнения этапа эта способность оценивается согласно пяти критериям (дескрипторам):

1. Отсутствие способности к общению по поводу и с помощью математических концепций.
2. Грубые ошибки в использовании математических концепций. Неумение использовать математические концепции в изложении результатов исследования.
3. В целом адекватное использование математических концепций при изложении результатов исследования с рядом погрешностей.
4. Адекватное использование математических концепций в изложении результатов исследования.
5. Свободное использование математических концепций в общении по поводу представляемого проекта.

Таким образом, применение проектного метода обучения дает возможность оценить традиционно труднопроверяемые составляющие части компетенции, относящиеся к формированию личностных качеств.

В целом применение предложенной методики позволяет создать фонд оценочных средств, с помощью которого можно проверить сформированность всех сторон компетенции. Кроме того, разработка электронных тестов на основе пакета MathBridge дает возможность оперативной проверки сформированности частей компетенции в том числе и при аккредитационной экспертизе.

Заключение

Описана методология создания фонда оценочных средств проверки сформированности компетенций бакалавра в области информационно-коммуникационных технологий. Приведена реализация этой методологии на примере конкретной компетенции в рамках учебной дисциплины «Математический анализ» для бакалавров, обучающихся по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии» с учетом опыта выполнения проекта МЕТМАТН в Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского.

Нижегородский государственный университет является одним из партнеров проекта «Современные образовательные технологии преподавания математики в инженерном образовании России», выполняемого в рамках программы Темпус IV (№ гранта: 543851-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPCR) при поддержке Европейской Комиссии. Основой проекта является возможность использования разрабатываемой консорциумом европейских вузов электронной системы поддержки обучения математике Math-Bridge, крупнейшей все-европейской платформе электронного обучения, открывающей онлайн доступ к разнообразным курсам по математике.

Данный проект профинансирован при поддержке Европейской Комиссии в рамках программы Темпус (№ гранта: 543851-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPCR). Эта публикация



отражает исключительно взгляды авторов. Комиссия не несет ответственности за любое использование информации, содержащейся здесь.

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information

Литература

1. Захарова И.В., Дудаков С.М., Язенин А.В., Солдатенко И.С. О методических аспектах разработки примерных образовательных программ высшего образования // Международный электронный журнал «Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)». – 2015. – т. 18. – № 3. – С. 330-354. URL: http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v18_i3/pdf/1.pdf
2. Захарова И.В., Язенин А.В. О некоторых тенденциях современного математического образования на примере анализа ГОС ВПО, ФГОС ВПО и ФГОС ВО по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» // Международный электронный журнал «Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)». – 2015. – т. 18. – № 4. – С. 629-640. URL: http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v18_i4/pdf/7.pdf
3. Захарова И.В., Сыромясов А.О. Отечественные стандарты высшего образования: эволюция математического содержания и сравнение с финскими аналогами // Вестник Тверского государственного университета. Сер. Педагогика и психология. – № 2. – 2016. – С. 170-185.
4. Vedny, A., Erushkina L. and Kuzenkov O. (2014), Modernising educational programmes in ICT based on the Tuning methodology, Tuning Journal for Higher Education, Vol. 1, No. 2, pp. 387-404.
5. Медведева О.Н., Супонев Н.П., Солдатенко И.С., Захарова И.В., Язенин А.В. Об электронной образовательной среде и системе оценки качества образовательной деятельности в Тверском государственном университете // Международный электронный журнал «Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)». – 2014. – т. 17. – № 4. – С. 610-624. URL: http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v17_i4/pdf/14.pdf
6. Галеев И.Х. Проблемы и опыт проектирования ИОС // Международный электронный журнал «Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)». – 2014. – V.17. – №4. – С.526-542. – ISSN 1436-4522. URL: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>
7. Малкина Е.В., Швецов В.И. Интенсификация изучения математических дисциплин с использованием систем электронного обучения // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – № 2 (42). – Н. Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2016. – С. 181-187.
8. Сосновский С.А., Гиренко А.Ф., Галеев И.Х. Информатизация математический компоненты инженерного, технического и естественнонаучного обучения в рамках проекта MetaMath // Международный электронный журнал «Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)». – 2014. – V.17. – №4. – С.446-457. – ISSN 1436-4522. URL: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>
9. Sosnovsky, S., Dietrich, M., Andrès, E., Goguadze, G., Winterstein, S., Libbrecht, P., Siekmann, J., & Melis, E. (2014). Math-Bridge: Bridging the gaps in European remedial mathematics with technology-enhanced learning. In T. Wassong, D. Frischemeier, P. R. Fischer, R. Hochmuth, & P. Bender (Eds.), *Mit Werkzeugen*

Mathematik und Stochastik lernen – Using Tools for Learning Mathematics and Statistics (pp. 437-451). Berlin/Heidelberg, Germany: Springer.

10. Кузенков О.А., Рябова Е.А., Бирюков Р.С., Кузенкова Г.В. Модернизация программ математических дисциплин ННГУ им. Н.И. Лобачевского в рамках проекта MetaMath // Нижегородское образование. – № 1. – 2016. – С. 4-11.
11. Захарова И.В., Дудаков С.М., Язенин А.В. О разработке примерного учебного плана по УГНС «Компьютерные и информационные науки» в соответствии с профессиональными стандартами // Вестник Тверского государственного университета. Сер. Педагогика и психология. – № 2. – 2016. – С. 84-100.
12. Медведева С. Н. Разработка динамических учебных объектов в интеллектуальной системе онлайн обучения математике Math-Bridge. // Международный электронный журнал «Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)». – 2016. – т. 19. – № 3. – ISSN 522-542. URL: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v19_i3/pdf/12.pdf